

OBSERVATIONS HYDROLOGIQUES
EN TERRE ADÉLIE
DE JANVIER 1961 A JANVIER 1962
(Expéditions Polaires Françaises, Missions P. E. Victor)

Par J. C. HUREAU.

INTRODUCTION.

Cette note regroupe toutes les observations hydrologiques recueillies en Terre Adélie dans l'Archipel de Pointe Géologie du 16 janvier 1961 au 8 janvier 1962. Les résultats ont été obtenus en deux stations, l'une, la station 1, située entre les îles Lamarck et Buffon (140°01'25" E., 66°39'55" S.) sur un fond de 30 mètres ; l'autre, la station 2, située au centre de la zone limitée par l'île Claude Bernard, l'île Lamarck et le glacier de l'Astrolabe (140°02' E., 66°39'50" S.) sur un fond de 60 mètres (voir fig. 1).

Les résultats sont assez restreints car ces deux stations n'ont pu être étudiées complètement que pendant la période estivale. En hiver, seule la station 2 a pu être utilisée mais uniquement en surface, à 0 et 5 m de profondeur.

Avant de donner les résultats des observations, nous indiquerons quelques données climatiques générales qui nous ont été obligeamment communiquées par la station météorologique de la base Dumont d'Urville. Puis nous ferons un rapide schéma de l'évolution de la glace de mer au cours de l'année 1961.

MÉTHODES UTILISÉES.

En été, nous disposions d'une petite embarcation équipée d'un treuil d'hydrologie et des prélèvements aux profondeurs standards ont pu être faits régulièrement aux stations 1 et 2, au moyen de bouteilles à renversement Mécaboller et de thermomètres à renversement Richter. Les prélèvements pour analyse de l'oxygène dissous étaient faits suivant la méthode de Winckler.

En hiver, nos essais d'utilisation des bouteilles à renversement ont été infructueux, l'eau gelant à l'intérieur des bouteilles. Aussi nous avons utilisé une bouteille rudimentaire constituée par un cylindre métallique percé de deux ouvertures : l'une, à la partie inférieure de la bouteille

était munie d'une soupape, l'autre à la partie supérieure était très petite, 2 mm de diamètre environ. L'eau entraît par l'ouverture inférieure lors de la descente de la bouteille, l'air s'échappant par l'ouverture supérieure. A la remontée, la soupape se fermait et l'eau restait prisonnière. Ce type de bouteille n'a pu être utilisé qu'en surface (niveau inférieur de la glace

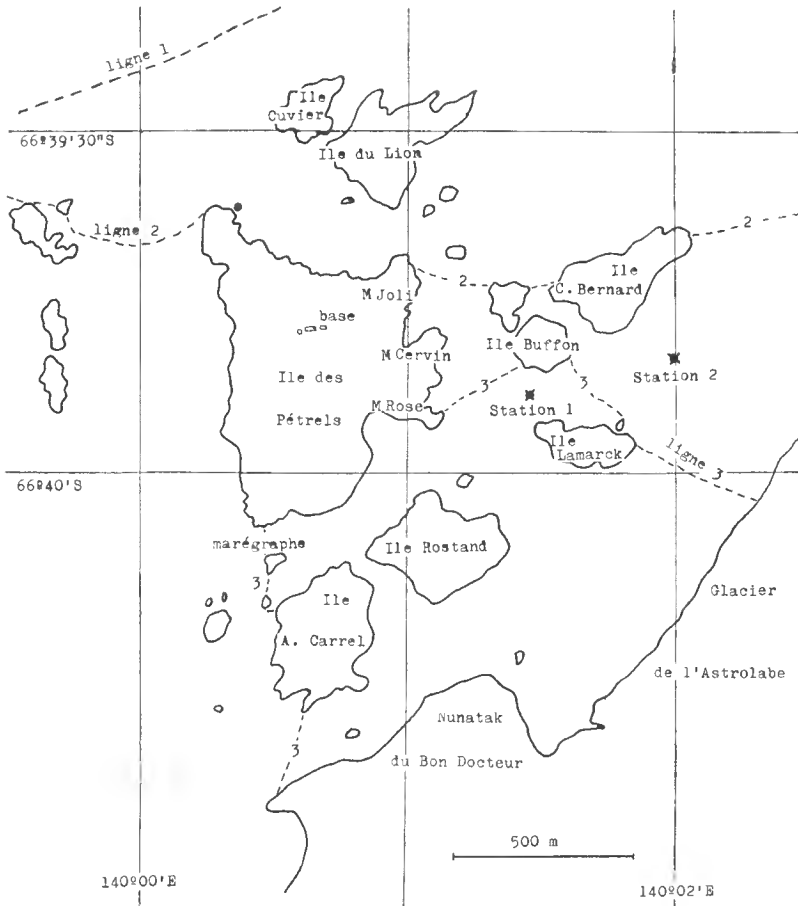


FIG. 1. — Archipel de Pointe Géologie. Les lignes pointillées marquent les limites des principales débâcles successives. Ligne 1 : 7 juillet ; ligne 2 : 19 novembre ; ligne 3 : 21 novembre.

de mer) et à 5 mètres de profondeur. La température de surface, en hiver, était prise au moyen d'un thermomètre à renversement.

Seule la station 2 a pu être utilisée pendant l'hiver : une cassure dans la glace de mer s'est maintenue en permanence à cet endroit. Par contre, dès le mois de mars un iceberg s'est installé à l'emplacement de la station 1 et n'en est parti qu'en décembre.

Les échantillons d'eau, prélevés dans de petites canettes en verre,

ont été analysés sur place, en Terre Adélie, par la méthode de dosage chimique des salinités de Knudsen. En hiver les canettes étaient transportées au chaud, sous les vêtements pour éviter le gel de l'eau.

Les prélèvements pour dosage d'oxygène n'ont pu être faits que jusqu'au mois de mars, à 5 et 25 mètres pour la station 1, à 5 et 50 mètres pour la station 2.

Quelques mesures de pH de l'eau de mer ont été faites, par détermination du potentiel d'oxydo-réduction, au moyen d'un pH-mètre Beckmann.

DONNÉES CLIMATIQUES.

Les données climatiques dans l'Archipel de Pointe Géologie, à la base Dunont d'Urville, pour l'année 1961, sont résumées dans le tableau n° I.

L'éclairement solaire, évalué en heures et minutes, est compté entre l'heure du lever et l'heure du coucher du soleil ; trois valeurs ont été prises chaque mois (les 1^{er}, 10 et 20 de chaque mois) et la moyenne mensuelle a été calculée à partir de ces trois valeurs.

En ce qui concerne les températures, la moyenne mensuelle a été établie d'après les moyennes journalières, elles-mêmes calculées à partir des 8 températures relevées chaque jour toutes les 3 heures sous abri.

Quant aux vents, les jours de blizzard sont définis par une visibilité égale ou inférieure à 100 m, accompagnée d'un vent d'une vitesse égale ou supérieure à 27 mètres par seconde (environ 100 km par heure).

Les deux dernières colonnes à droite indiquent le nombre de jours, chaque mois, où des vents de vitesse supérieure ou égale à 27 mètres par seconde (environ 100 km/heure) et à 13 mètres par seconde (environ 50 km/heure) ont été enregistrés.

ÉVOLUTION DE LA GLACE DE MER EN 1961.

Dès la mi-février les premiers pan-cakes apparaissent mais sont généralement chassés par le vent, sauf en certains emplacements calmes et protégés (crique située entre les Monts Cervin et Joli).

Le 8 mars, la mer se recouvre d'une fine pellicule de glace, rapidement détruite et chassée par le vent.

La première véritable glace de mer se forme dans la journée du 10 mars et en fin d'après-midi, son épaisseur atteint environ 6 centimètres. Ce jour-là a marqué la fin des sorties en mer avec l'embarcation.

Quelques jours de calme ont permis à la glace de s'épaissir mais le 15 mars une tempête entraîne une débâcle totale. Dans la nuit du 17 au 18 mars la glace se reforme dans la zone située au sud-est de l'île des Pétréls et des îles Buffon et Claude Bernard.

Au nord et à l'ouest de l'île des Pétréls, il faut attendre le 6 avril pour voir se former une jeune couche de glace. Le 7 avril au sud de l'île des Pétréls, la glace mesure 15 centimètres d'épaisseur et le 12 avril elle

Tableau I

Données climatiques de Terre Adélie Archipel de Pointe Géologie Ile des Petrels (Année 1961).

	Éclaircm ^t solaire	Températures (° C)			Vents (m/s)				
	moyenne mensuelle	maximum le plus haut	minimum le plus bas	moyenne mensuelle	vitesse maximum atteinte	moyenne mensuelle	jours de blizzard	vents > 27 m/s	vents > 13 m/s
Janvier	21,40	+ 03,1	— 08,3	— 01,57	43	8,50	0	8	23
Février	16,40	+ 01,3	— 13,2	— 04,97	56	11,17	5	14	27
Mars	13,10	— 01,0	— 20,3	— 08,15	59	13,90	4	19	31
Avril	9,35	— 04,0	— 21,6	— 12,07	55	9,72	1	11	27
Mai	5,45	— 04,4	— 26,4	— 13,38	65	16,77	8	21	30
Juin	1,30	— 04,5	— 25,5	— 15,42	51	11,00	3	18	27
Juillet	2,15	+ 03,2	— 33,0	— 16,61	54	7,10	3	13	23
Août	6,40	— 08,6	— 28,4	— 16,22	47	9,70	6	18	28
Septembre	10,20	— 05,3	— 26,4	— 16,82	48	9,90	6	14	27
Octobre	14,10	— 02,0	— 28,5	— 13,46	56	12,30	7	15	29
Novembre	18,10	— 01,0	— 15,0	— 08,01	38	9,10	2	6	26
Décembre	22,30	+ 01,8	— 9,1	— 03,80	46	10,10	3	10	30

atteint 40 centimètres à l'emplacement de la colonie de Manchots Empereurs entre les Iles Alexis Carrel et Rostand.

Le 24 avril une débâcle partielle se produit au nord de l'Île des Pétrels.

Au sud de l'Île des Pétrels, la glace semble maintenant très solide (50 centimètres d'épaisseur le 11 mai au nord de l'Île Rostand), mais dans la nuit du 17 au 18 mai une débâcle totale fait apparaître la mer libre tout autour de l'Île des Pétrels. Seule une mince bande de glace (200 mètres de large environ) reste attachée le long des côtes sud-est des Iles A. Carrel, J. Rostand et Lamarck. Pendant une douzaine de jours, la mer reste entièrement libre dans l'Archipel.

Ce n'est que le 3 juin que la glace commence à se reformer, formation très rapide puisque le 7 juin elle atteint 25 centimètres d'épaisseur en divers points de l'archipel.

Le 7 juillet une nouvelle débâcle se produit à 300 mètres au nord-ouest de l'Île des Pétrels, le long d'une cassure très franche, à paroi verticale.

L'épaisseur de la glace, mesurée le lendemain atteignait 80 centimètres au bord de la mer libre, le long de cette cassure. Le même jour l'épaisseur mesurée entre l'Île Rostand et le glacier de l'Astrolabe montre une couche uniforme de 90 centimètres.

Après s'être rapidement reformée, la glace subit une nouvelle débâcle à 4 kilomètres au nord de l'archipel, le 8 août.

Le 10 août nous faisons une série de mesures d'épaisseur : Dans l'archipel autour de l'Île des Pétrels, la glace mesure 150 centimètres d'épaisseur. A 2 kilomètres au nord de l'archipel, la couche atteint 100 centimètres mesurés le long de la paroi verticale de la cassure marquant la limite avec la mer libre.

Le 19 août, toute la zone située au sud-est de l'Île Cl. Bernard (la station 2 en particulier) est complètement pourrie : une épaisse couche de neige, isolant la glace de l'air extérieur, a permis la fonte de la glace.

Le 2 septembre, nous rencontrons des zones de glace pourrie à 3 kilomètres au nord de l'Île des Pétrels. Ces zones étaient également marquées par l'accumulation d'une épaisse couche de neige.

Vers le 15 septembre, le vent ayant chassé toute la neige, la glace de mer redevient très solide, cependant les cassures (« rivières ») sont très larges, certaines atteignant 10 mètres de largeur, et ne sont recouvertes que par quelques centimètres de glace (5 à 15 centimètres).

Dans le courant d'octobre, de nombreuses zones de glace pourrie font leur apparition. Ceci semble être en étroite relation avec un réchauffement de la température extérieure (— 5° C) et un réchauffement de la température de l'eau de mer (voir plus loin).

Après les tempêtes des 21 et 22 octobre, la mer libre de glaces apparaît à l'horizon vers le nord.

Le 15 novembre, une grande étendue de mer libre est aperçue à 7 kilomètres au nord de l'Archipel. A l'intérieur de ce dernier, les fissures dans la glace deviennent de plus en plus nombreuses, tandis que l'épaisseur de la glace diminue progressivement (130 centimètres le 9 octobre, 100 centimètres le 15 novembre).

Après une tempête de deux jours, le 19 novembre, la débâcle est totale au nord d'une ligne passant par la pointe du glacier de l'Astrolabe, par les îles Cl. Bernard et Pétrels, et par les îlots à l'ouest des Pétrels. Entre ces îlots et l'île du Gouverneur, la glace est partie en dessinant une large baie assez profonde en direction du continent.

Le 21 novembre, la glace de mer ne reste plus qu'au sud-est de l'île des Pétrels dans la zone dont voici les limites : glacier de l'Astrolabe, île Lamarek, île Buffon, Mont Rose, îlot du Marégraphe, île Alexis Carrel et Nunatak du Bon Docteur.

Le 7 décembre, la glace ne persiste qu'à l'emplacement de la colonie de Manchots Empereurs et en une bande étroite entre l'île des Pétrels et l'île Rostand.

Le 31 décembre, enfin, la mer est entièrement libre de toute glace.

HYDROLOGIE DANS L'ARCHIPEL DE POINTE GÉOLOGIE.

Températures de l'eau.

Toutes les températures enregistrées aux stations 1 et 2 sont indiquées dans les tableaux II et III. Les températures (de même que les prélèvements d'eau pour détermination de la salinité) appelées températures de surface (0 m) sont en réalité mesurées en été à 50 centimètres sous la surface et en hiver à quelques centimètres sous le niveau inférieur de la glace de mer.

La fig. 2 représente la température de surface à la station 2 au cours de l'année 1961.

En été (janvier et février), la température de surface est comprise entre $-0,5^{\circ}\text{C}$ et -1°C . Au voisinage du fond, la température se maintient autour de -1°C à la station 1 comme à la station 2.

En hiver (juin à septembre), la température de surface reste à peu près constante aux environs de $-1,80^{\circ}\text{C}$.

Pendant la première période intermédiaire (mars à mai) la température subit une chute brutale entraînant la formation très rapide de la glace de mer. La mi-mai a été marquée par une brusque élévation de la température de l'eau, en relation avec une débâcle totale de la glace de mer.

Pendant la seconde période intermédiaire (octobre à décembre), la température de l'eau monte très progressivement et au moment de la débâcle de la glace, l'eau est aux environs de $-1,60^{\circ}\text{C}$.

Salinités de l'eau.

Les résultats obtenus, après dosage des échantillons d'eau récoltés, sont groupés dans les tableaux II et III, d'une part pour la station 1, d'autre part pour la station 2. La fig. 3 représente les variations de la salinité de l'eau en surface à la station 2. La fig. 4 représente ces mêmes variations à 5 mètres de profondeur. Sur les figures nous avons inscrit les faits marquants de l'évolution de la glace de mer.

L'observation des résultats appelle plusieurs remarques :

— Pendant l'été, à chaque station complète, on peut constater la présence de deux anomalies presque constantes dans la superposition des densités, l'une à 10 ou 15 mètres de profondeur suivant la date, l'autre au voisinage du fond (25 m pour la station 1, 50 m pour la station 2).

— La salinité augmente brusquement le 8 mars, au moment de la formation de la glace de mer. Cette augmentation est très forte en surface, faible à 5 mètres de profondeur, nulle plus profondément.

— La salinité en hiver, en surface et à 5 mètres, montre des valeurs plus basses qu'en été (34,25 ‰ contre 34,55 ‰). Ce fait a déjà été signalé par J. S. BUNT en 1960 d'après des mesures faites à Mawson (base Australienne, 67°36' S et 62°53' E) et nous a été confirmé récemment par W. L. TRESSLER d'après des mesures faites à Mac Murdo Sound (base Américaine, 77°51' S et 166°38' E).

— Certaines valeurs de la salinité (marquées d'un astérisque dans les tableaux) sont anormales. Les dosages ont été répétés plusieurs fois. Seule la valeur anormalement élevée de l'échantillon 25 mètres du 6 mai 1961 peut être expliquée : l'eau a gelé dans la bouteille à renversement dès sa sortie à l'air ambiant. Mais les autres valeurs anormalement basses doivent être considérées comme réelles. J. S. BUNT signale des faits semblables.

— Enfin, il faut faire remarquer qu'à la fin de l'hiver et au printemps (août, septembre, octobre) les variations de la salinité sont très grandes, surtout en surface. A la même époque la glace de mer était alternativement pourrie et très dure. J. S. BUNT¹ a mis en évidence à Mawson un phénomène analogue de très grandes variations de la salinité pendant la même période.

Nous avons déterminé la salinité de quelques échantillons de glace de mer : celle-ci variait de 5,99 à 9,96 ‰. Il est donc bien évident que la fonte et le regel alternés de la glace de mer doit entraîner de très grandes variations dans la salinité des eaux de surface.

1. BUNT J. S., 1960. — « Oceanography, Hydrology. Introductory studies : hydrology and plankton », Mawson, June 1956-February 1957. *Anare Reports*, series B, vol. III.

Tableau II : Station I.

Date	Profondeur en mètres	Température	Cl ‰	S ‰	σ_t
16-1-61	0	— 0,50	19,24	34,76	27,95
	5	— 0,90	19,18	34,65	27,88
	10	— 1,00	19,25	34,78	27,99
	15	— 1,00	19,31	34,88	28,07
	20	— 1,00	19,32	34,90	28,09
	25	— 0,90	19,19	34,67 *	27,90
22-1-61	0	— 0,90	19,08	34,47	27,74
	5	— 0,60	19,05	34,42	27,68
	10	— 0,60	19,04	34,40	27,67
	15	— 0,70	19,03	34,38	27,66
	20	— 0,80	19,05	34,42	27,68
	25	— 1,00	19,06	34,43	27,71
29-1-61	0	0,00	18,97	34,27	27,54
	5	— 1,10	19,01	34,34	27,64
	10	— 1,00	19,00	34,33	27,62
	15	— 0,90	19,02	34,36	27,65
	20	— 1,00	19,05	34,42	27,69
	25	— 1,00	19,03	34,38	27,67
17-2-61	0	— 1,00	18,92	34,18	27,51
	5	— 1,00	18,98	34,29	27,59
	10	— 0,95	19,00	34,33	27,62
	15	— 0,90	18,97	34,27	27,58
	20	— 0,95	18,95	34,23	27,55
	25	— 1,00	18,98	34,29	27,59
26-2-61	0	— 1,00	18,93	34,20	27,52
	5	— 1,16	18,93	34,20	27,53
	10	— 1,32	18,96	34,25	27,57
	15	— 1,32	18,94	34,22	27,54
	20	— 1,37	18,93	34,20	27,53
	25	— 1,42	18,93	34,20	27,53
8-3-61	0	— 1,60	18,91	34,16	27,51
	5	— 1,60	18,77	33,91	27,30
	10	— 1,51	18,64	33,68 *	27,11
	15	— 1,55	18,73	33,84	27,24
	20	— 1,60	18,71	33,80	27,21
	25	— 1,65	18,46	33,35 *	26,85

Tableau III : Station 2.

Date	Profondeur en mètres	Température	Cl ‰	S ‰	σ_t
16-1-61	0	— 0,40	19,25	34,78	27,97
	5	— 0,90	19,22	34,72	27,94
	10	— 1,00	19,26	34,79	28,00
	15	— 1,00	19,20	34,69 *	27,91
	20	— 1,00	19,21	34,70	27,93
	30	— 1,00	19,28	34,83	28,03
	50	— 0,90	19,28	34,83	28,03
22-1-61	0	— 0,50	19,03	34,38	27,65
	5	— 0,75	19,06	34,43	27,70
	10	— 0,85	19,03	34,38	27,67
	15	— 0,90	19,01	34,34	27,64
	20	— 1,00	19,02	34,36	27,65
	30	— 1,00	19,06	34,43	27,71
	50	— 1,00	19,02	34,36 *	27,65
29-1-61	0		18,97	34,27	27,54
	5	— 1,00	18,99	34,31	27,61
	10	— 1,00	19,00	34,33	27,62
	15	— 0,90	19,01	34,34	27,64
	20	— 0,90	19,04	34,40	27,68
	30	— 0,90	19,02	34,36	27,65
	50	— 1,00	19,03	34,38	27,67
17-2-61	0	— 1,00	18,93	34,20	27,52
	5	— 0,90	18,94	34,22	27,53
	10	— 0,90	18,96	34,25	27,56
	15	— 0,90	18,96	34,25	27,56
	20	— 0,90	18,97	34,27	27,58
	30	— 0,90	18,98	34,29	27,59
	50	— 0,90	18,95	34,23 *	27,55
26-2-61	0	— 1,00	18,90	34,14	27,46
	5	— 1,16	18,92	34,18	27,51
	10	— 1,27	18,94	34,22	27,54
	15	— 1,32	18,92	34,18	27,52
	20	— 1,27	18,93	34,20	27,53
	30	— 1,32	18,93	34,20	27,53
	50	— 1,37	18,94	34,22	27,54
8-3-61	0	— 1,70	19,02	34,36	27,67
	5	— 1,60	18,94	34,22	27,55
	10	— 1,55	18,94	34,22	27,54
	15	— 1,60	18,93	34,20	27,54
	20	— 1,55	18,69	33,77 *	27,18
	30	— 1,65	18,91	34,16	27,51
	50	— 1,81	18,92	34,18	27,53

Tableau III (suite) : Station 2.

Date	Profond* en mètres	Température	Cl ‰	S ‰	σ_0	σ_t
6-5-61	0	— 1,62	18,98	34,29	27,55	27,61
	5	— 1,60	18,985	34,30	27,56	27,62
	25	— 1,34	20,34	36,74 *	29,53	27,59
11-5-61	0	— 1,40				
16-7-61	0	— 1,91	18,96	34,25	27,52	27,59
	5		18,97	34,27	27,54	
28-7-61	0	— 1,84	19,10	34,51	27,73	27,80
	5		19,15	34,60	27,80	
4-8-61	0	— 1,85	18,84	34,04	27,35	27,42
	5		18,63	33,66 *	27,04	
12-8-61	0	— 1,85	19,05	34,42	27,65	27,72
	5		18,98	34,29	27,55	
29-8-61	0	— 1,80	19,13	34,56	27,77	27,84
	5		18,97	34,27	27,54	
11-9-61	0	— 1,80	18,84	34,04	27,35	27,42
	5		18,88	34,11	27,41	
18-9-61	0	— 1,80	18,92	34,18	27,47	27,54
	5		18,99	34,31	27,57	
25-9-61	0	— 1,82	18,94	34,22	27,49	27,56
	5		18,94	34,22	27,49	
6-10-61	0	— 1,76	19,08	34,47	27,70	27,77
	5		19,06	34,43	27,67	
16-10-61	0	— 1,76	19,12	34,54	27,76	27,83
	5		19,07	34,45	27,68	
23-10-61	0	— 1,71	18,93	34,20	27,48	27,54
	5		18,97	34,27	27,54	
30-10-61	0	— 1,73	19,13	34,56	27,77	27,84
	5		19,14	34,58	27,79	
6-11-61	0	— 1,68	19,12	34,54	27,76	27,83
	5		19,05	34,42	27,65	
13-11-61	0	— 1,72	19,11	34,52	27,74	27,81
	5		19,06	34,43	27,67	
20-11-61	0	— 1,57	19,12	34,54	27,76	27,82
	5		19,04	34,40	27,64	

Tableau III (suite) : Station 2.

Date	Profondr en mètres	Température	Cl ‰	S ‰	σ_0	σ_t
27-11-61	0	— 1,57	19,08	34,47	27,70	27,82
	5		19,09	34,49	27,71	
4-12-61	0	— 1,49	19,10	34,51	27,73	27,79
	5		19,13	34,56	27,77	
8-1-62	0	— 1,19	19,09	34,49		27,76
	5	— 1,56	19,09	34,49		27,77
	10	— 1,56	19,095	34,50		27,78
	15	— 1,67	19,10	34,51		27,80
	20	— 1,66	19,08	34,47		27,76
	30	— 1,70	19,09	34,49		27,78
	50	— 1,71	19,11	34,53		27,81

Oxygène dissous.

Les résultats indiqués ci-dessous sont trop réduits pour être significatifs, aussi nous ne faisons que les citer :

Oxygène dissous (en cm³ par litre d'eau).

Dates	Station 1		Station 2	
	5 m	25 m	5 m	50 m
16-1-61	4,15	—	4,02	4,18
22-1-61	6,32	1,72	—	5,69
29-1-61	4,05	2,43	4,18	4,69
17-2-61	2,33	1,72	1,15	2,06
26-2-61	4,22	3,28	3,15	1,97
8-3-61	5,08	4,71	3,36	3,75

pH.

Les quelques mesures de pH réalisées n'apportent pas beaucoup de renseignements : en surface les variations du pH semblent assez faibles au cours de l'année ; par contre la série de mesures du 8 janvier 1962 semble montrer un léger accroissement du pH lorsque la profondeur augmente.

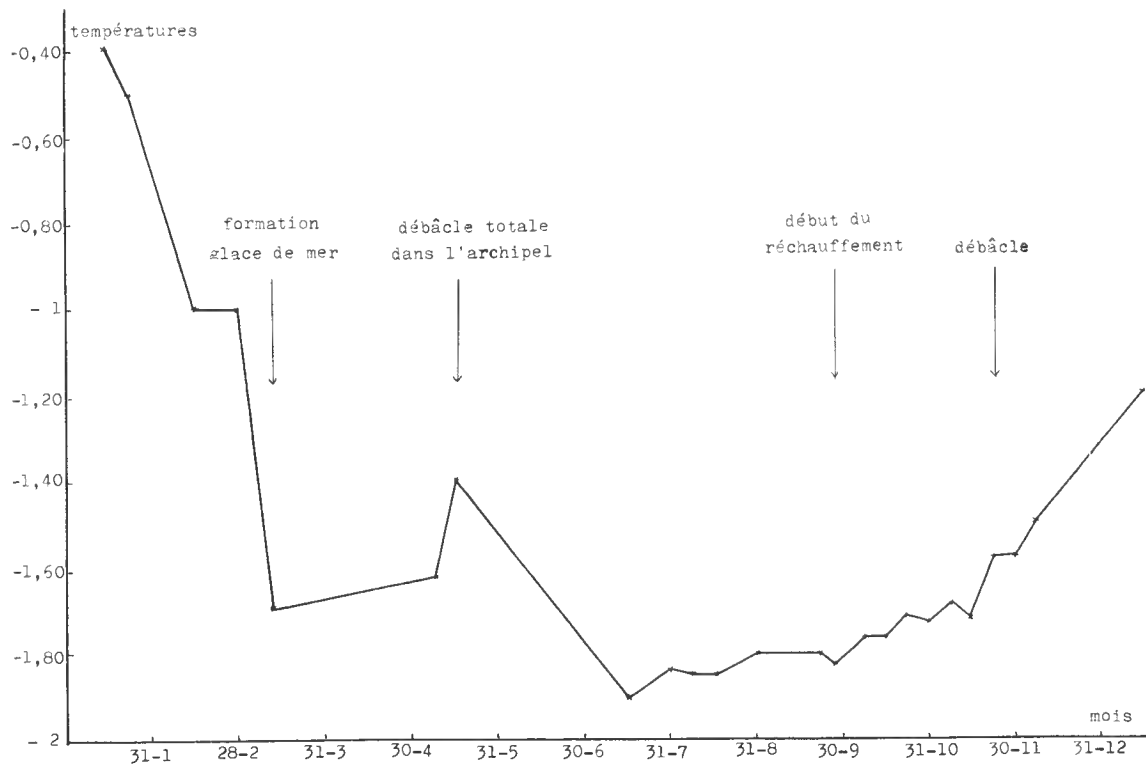


FIG. 2. — Températures de surface (°C) à la station 2 au cours de l'année.

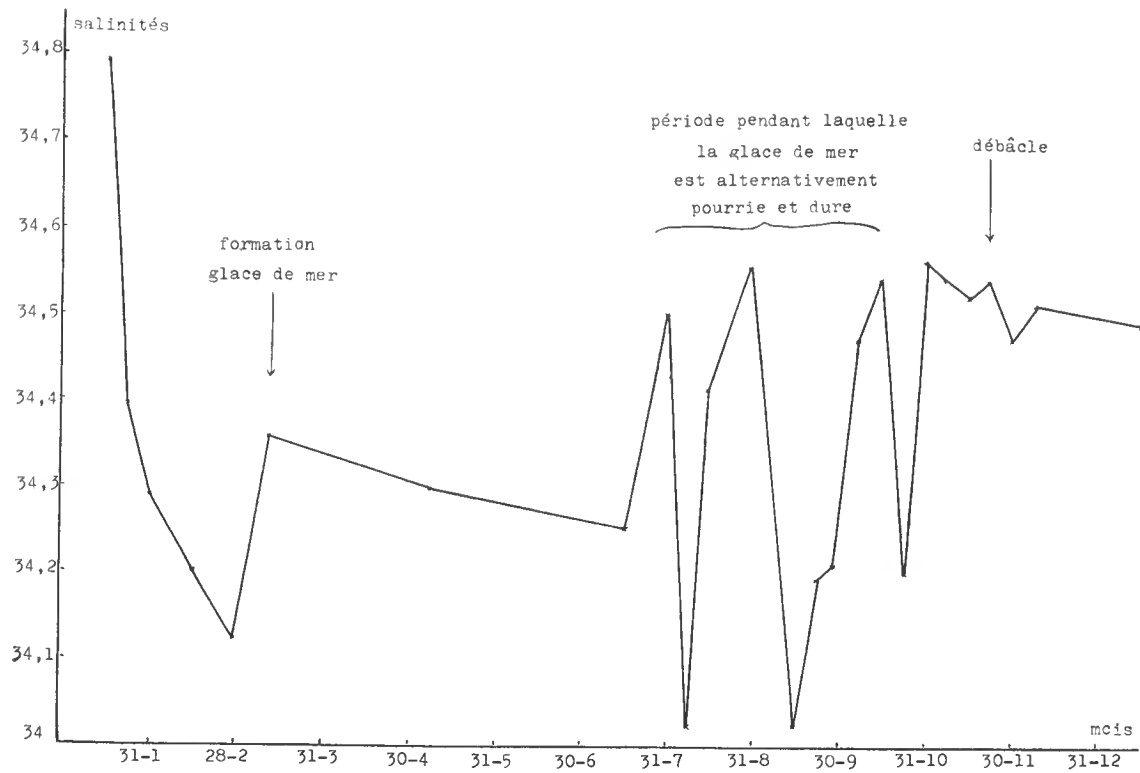


FIG. 3. — Salinités en surface (g./‰) à la station 2 au cours de l'année.

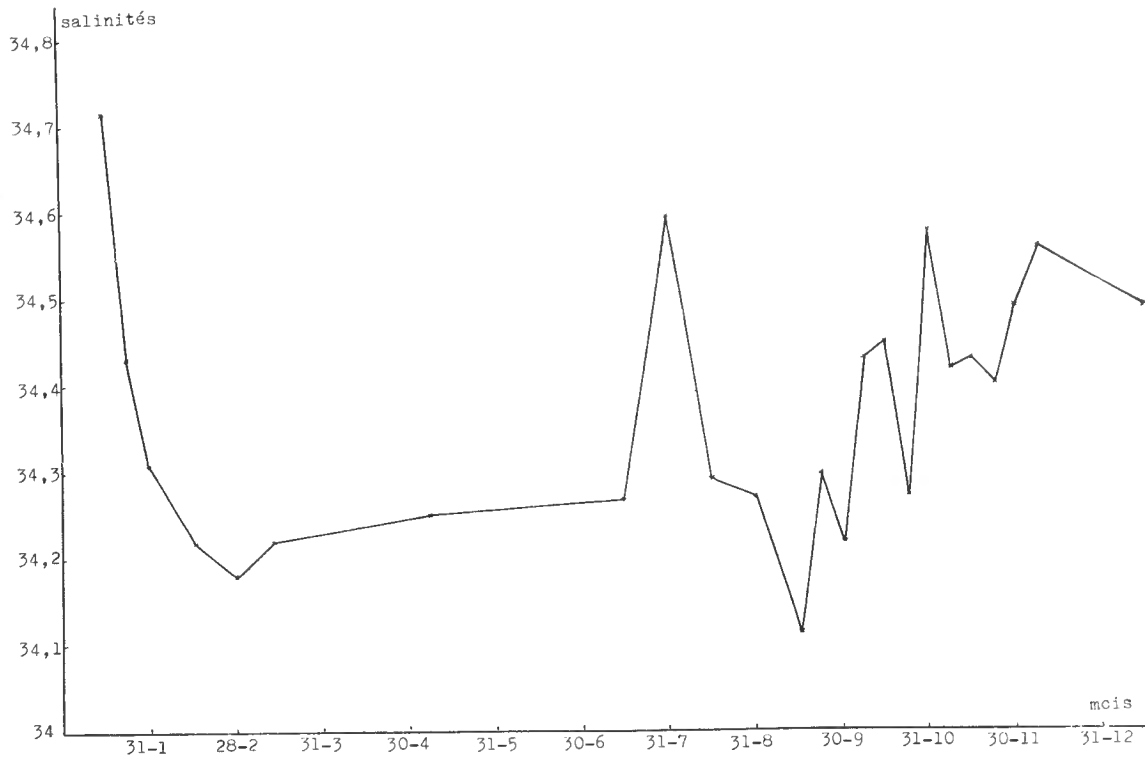


FIG. 4. — Salinités à 5 m de profondeur à la station 2 au cours de l'année.

Mesures de pH.

Dates	0 m	10 m	15 m	25 m	30 m	50 m
8-3-61			7,37			
3-4-61	7,20					
6-5-61	7,18			7,29		
7-6-61	7,35					
16-7-61	7,28					
8-1-62	7,72	7,98			8,10	8,01

CONCLUSION.

Dans cette note, nous n'avons voulu présenter que les observations faites en 1961, en précisant quelques points particuliers ou quelques anomalies. Mais, pour tirer des conclusions ou essayer de faire une quelconque interprétation des résultats, il faudrait avoir des données beaucoup plus complètes et des observations ultérieures, au cours des prochains hivernages, sont indispensables.

*Laboratoire des Reptiles et Poissons
du Muséum National d'Histoire Naturelle,*

Le Gérant : Jacques Forest.